

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements mit mehreren trockenen und kompressiblen Füllelementen sowie optisches Übertragungselement

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements mit mehreren Lichtwellenleitern und mit einem die Lichtwellenleiter umgebenden Kammerelement, das einen Innenraum einschließt, sowie mit mehreren trockenen und kompressiblen Füllelementen, die im Innenraum des Kammerelements angeordnet sind. Die Erfindung betrifft weiterhin ein derartiges optisches Übertragungselement.

Optische Übertragungselemente wie optische Kabel oder optische Adern, beispielsweise in Form von sogenannten Bündeladern, enthalten im allgemeinen Lichtwellenleiter, die von einem diese einschließenden Kammerelement umgeben sind. Eine übliche Methode der Fixierung der Lichtwellenleiter in einem optischen Übertragungselement ist die Füllung des Kammerelements mit hochviskoser, thixotroper oder vernetzender Füllmasse. Eine derartige Füllmasse weist den Nachteil auf, daß diese etwa im Falle von senkrecht hängenden Enden des Übertragungselements herauslaufen oder heraustropfen kann. Zudem kann im Falle der Auftrennung des Übertragungselements bei der Installation austretende Füllmasse zu Verschmutzungen und Handhabungsproblemen seitens des Montagepersonals führen.

Eine solche Füllung eines optischen Übertragungselements hat den Vorteil, daß im Herstellungsprozeß des optischen Übertragungselements während der Extrusion des Kammerelements in Form eines Kammerröhrchens die noch weiche Hülle des Kammerröhrchens von der Füllmasse gestützt wird und der runde Querschnitt bis zum Erstarren erhalten bleibt. Zudem wird Wasser, das bei einer Beschädigung des Übertragungselements in das

Kammerröhrchen eindringt, von der Füllmasse am weiteren Vordringen gehindert.

Eine Längswasserdichtigkeit des Übertragungselements kann  
5 auch hergestellt werden, indem das Kammerröhrchen des Übertragungselements nur abschnittsweise mit Füllmasse oder mit mehreren trockenen und kompressiblen Füllelementen gefüllt wird, was den zusätzlichen Vorteil bringt, daß Füllmasse eingespart werden kann. Nachteilig an der abschnittswisen Füllung  
10 des Übertragungselements ist jedoch eine Unterbrechung der Stützwirkung für das noch weiche Kammerröhrchen unmittelbar nach dessen Extrusion. Dies kann ohne zusätzliche Maßnahmen zu abschnittsweise unrunder Kammerröhrchen führen, die einen symmetrischen Kabel- bzw. Aderaufbau zumindest erschweren  
15 oder verhindern.

Zum Erhalt eines runden Querschnitts eines optischen Übertragungselements ohne kontinuierliche Füllmasse kann als zusätzliche Maßnahme beispielsweise die sogenannte Außenkalibrierung  
20 eingesetzt werden. Das weiche Kammerröhrchen wird hierbei durch eine Kammer gezogen, in der gegenüber der Umgebung ein Unterdruck herrscht. Dieser Unterdruck saugt die Kammerwände nach außen gegen die Innenkonturen von sogenannten Scheibennippeln, an denen sie vorbeigezogen werden und erstarren.  
25 Solche Außenkalibriereinrichtungen sind im allgemeinen technisch schwierig herzustellen und müssen auf jeden Außendurchmesser eines Übertragungselements abgestimmt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein  
30 Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements anzugeben, mit welchem ein optisches Übertragungselement mit einem extrudierten, abschnittsweise gefüllten Kammerelement hergestellt werden kann, ohne daß der Querschnitt des Kammerelements während des Herstellungsprozesses verändert wird.  
35

Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein entsprechendes optisches Übertragungselement anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements gemäß Patentanspruch 1 und durch ein optisches Übertragungselement nach Patentanspruch 7 gelöst.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Füllmasse diskontinuierlich auf die einem Extruder zugeführten Lichtwellenleiter in flüssigem Zustand aufgebracht. Die Lichtwellenleiter mit der aufgetragenen Füllmasse werden anschließend dem Extruder zugeführt, wobei dieser ein Kammerelement um die Lichtwellenleiter herum formt. Die aufgetragene Füllmasse expandiert innerhalb des gebildeten Kammerelements, wobei vorhandene Zwischenräume im Innenraum in Querschnittsebene des Übertragungselements von der Füllmasse durchdrungen und im Endzustand mehrere trockene, kompressible Füllelemente gebildet werden, die jeweils die Lichtwellenleiter umgeben.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird während der Herstellung des optischen Übertragungselements mit dem extrudierten Kammerelement dessen Querschnitt während des Herstellungsprozesses nicht beeinträchtigt. Dies wird dadurch erreicht, daß die in flüssigem Zustand aufgetragene Füllmasse bei der Extrusion des Kammerelements noch vergleichsweise kompakt auf den Lichtwellenleitern angeordnet ist und diese benetzt und erst innerhalb des gebildeten Kammerelements expandiert, so daß das Kammerelement nach der Extrusion zunächst aushärten kann, bevor die expandierende Füllmasse die Innenwand des Kammerelements kontaktiert. Das Aufschäumen der Füllmasse wird demnach so lange verzögert, bis sich die flüssige Füllmasse innerhalb des extrudierten Kammerelements befindet. Insbesondere beginnt die Füllmasse innerhalb des gebildeten Kammerelements erst nach Verlassen des Extruders zu expandieren, vorzugsweise erst, wenn das Kammerelement in einem star-

ren Zustand ist. Als Füllmasse können beispielsweise Polyurethane oder Silikone verwendet werden.

5 Damit entsteht als Endprodukt ein optisches Übertragungselement mit mehreren Lichtwellenleitern und einem die Lichtwellenleiter umgebenden Kammerelement, bei dem mehrere trockene und kompressible Füllelemente im Innenraum des Kammerelements angeordnet sind, die durch im Innenraum expandiertes Material gebildet sind. Durch die Füllelemente im geschäumten Zustand  
10 wird eine definierte Anpreßkraft gegen das Kammerelement und gegen die Lichtwellenleiter zur Fixierung derselben in Längsrichtung des Übertragungselements ausgeübt, wobei Lageänderungen der Lichtwellenleiter dennoch ermöglicht sind. Die Füllelemente umgeben jeweils die Lichtwellenleiter, und vorhandene Zwischenräume zwischen den Lichtwellenleitern in  
15 Querschnittsebene des Übertragungselements werden vollständig von der nachträglich expandierenden Füllmasse ausgefüllt und durchdrungen. Außerdem sind die Lichtwellenleiter und das Kammerelement von den Füllelementen im wesentlichen rundum  
20 kontaktiert.

Weitere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

25 Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren, die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung darstellen, näher erläutert.

Es zeigen:

30

Figur 1 eine Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen optischen Übertragungselements während der Herstellung und im Endzustand,

35 Figur 2 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes optisches Übertragungselement im Endzustand,

Figur 3 eine schematisch dargestellte Herstellungslinie zur Herstellung eines optischen Übertragungselements nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

5 In Figur 1 ist eine Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen optischen Übertragungselements während der Herstellung (linkes Bild) und im Endzustand (rechtes Bild) gezeigt. Der linken Darstellung der Figur 1 ist zu entnehmen, daß mehrere Lichtwellenleiter LW innerhalb eines Kammerelements AH'  
10 angeordnet sind, das um die Lichtwellenleiter LW herum geformt ist. Die Lichtwellenleiter LW sind beispielsweise als optische Fasern ausgeführt, die als Faserbündel innerhalb einer Bündelader mit der Aderhülle AH' angeordnet sind. Die Aderhülle AH' der Bündelader OA' ist noch in einem relativ  
15 weichen Zustand und wird von der auf das Faserbündel im flüssigen Zustand aufgetragenen Füllmasse FM'' noch nicht kontaktiert. Eine alternative Ausführung sieht als Lichtwellenleiter LW beispielsweise optische Adern mit mehreren jeweils eingeschlossenen Fasern vor, wobei die Adern als Aderstrang  
20 innerhalb eines Kabelmantels mit der Hülle AH' angeordnet sind. Im folgenden wird die Erfindung weiterhin anhand der ersten Ausführungsform näher beschrieben.

Im rechten Teil der Figur 1 ist die demgegenüber ausgehärtete Bündelader OA dargestellt, bei der sich die Aderhülle AH im  
25 starren Zustand befindet. Durch die inzwischen aufgeschäumte Füllmasse FM wird im Endzustand ein Füllelement FE gebildet, das eine definierte Anpresskraft gegen die Aderhülle AH und gegen die Lichtwellenleiterfasern LW zur Fixierung derselben  
30 in Längsrichtung der Bündelader OA ausübt, wobei Lageänderungen der Lichtwellenleiterfasern LW dennoch ermöglicht sind. Durch die nachträgliche Expansion der Füllmasse FM werden vorhandene Zwischenräume zwischen den Lichtwellenleiterfasern LW in Querschnittsebene der Bündelader OA vollständig ausge-  
35 füllt und durchdrungen, sowie die Lichtwellenleiterfasern LW und die Aderhülle AH im wesentlichen rundum kontaktiert. Es

können hierbei insbesondere Füllmassen auf Basis von Polyurethanen oder Silikonen eingesetzt werden.

In Figur 2 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Übertragungselement OA gemäß Figur 1 im Endzustand gezeigt. Durch diskontinuierlich auf die Lichtwellenleiterfasern LW aufgebrachte Füllmasse, die innerhalb der Aderhülle AH expandiert, werden mehrere trockene und kompressible Füllelemente FE1 bis FE3 gebildet, die die Lichtwellenleiterfasern LW umgeben und vorhandene Zwischenräume zwischen den Lichtwellenleiterfasern in Querschnittsebene der Bündelader OA vollständig ausfüllen und durchdringen. Zwischen den Füllelementen FE1 bis FE3 sind dazwischenliegende, nicht durch Füllelemente belegte Zwischenräume ZW angeordnet. Damit entsteht eine trockene Bündelader OA, in deren Innenraum als Schottwände fungierende Füllelemente FE1 bis FE3 angeordnet sind, die eine wirksame Längswasserdichtigkeit der Bündelader herstellen. Zur Unterstützung dieser Eigenschaft können die Füllelemente FE1 bis FE3 zur Abdichtung gegen eindringendes Wasser zusätzlich ein bei Wassereintritt quellfähiges Mittel enthalten.

In Figur 3 ist eine schematisch dargestellte Herstellungslinie gezeigt, mit der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ein optisches Übertragungselement insbesondere in Form einer Bündelader hergestellt wird. Ein Bündel von Lichtwellenleiterfasern LW wird einem Extruder EX zugeführt. Bei diesem Zuführungsprozeß wird eine Füllmasse FM'' diskontinuierlich auf das Faserbündel in flüssigem Zustand aufgebracht. Das Faserbündel wird anschließend in den Extruder EX eingeführt, wobei durch den Extruder EX die Aderhülle AH' um das Faserbündel herum geformt wird. Die im flüssigen Zustand aufgebrachte Füllmasse FM'' ist benetzend eingestellt und dringt auch in die Hohlräume zwischen den Fasern des Faserbündels ein. Die Füllmasse FM'' wird diskontinuierlich und in einer dünnen Lage aufgebracht, die zum Verschließen der Bündelader noch nicht ausreicht. Nach einer voreingestellten Verzögerungszeit und/oder durch Unterstützung durch Wärmezufuhr expandiert die

noch flüssige Füllmasse FM'' (aufschäumende Füllmasse FM'), wobei der Zeitpunkt des Aufschäumens so gewählt ist, daß die Aderhülle AH' nicht mehr von dem expandierenden Schaum deformiert werden kann. Insbesondere beginnt die Füllmasse FM'' erst nach Verlassen des Extruders EX zu expandieren, vorzugsweise erst wenn die Bündelader AH in einem starren Zustand ist. Unmittelbar nach Verlassen des Extruders EX befindet sich die frisch extrudierte Aderhülle AH' noch in einem weichen Zustand.

10

Die Verzögerungszeit zwischen dem Auftragen der Füllmasse und dem Beginn der Expansion der Füllmasse wird abhängig von einer Abzugsgeschwindigkeit der Bündelader AH eingestellt, die in Abzugsrichtung AR abgezogen wird. Die Verzögerungszeit wird vorzugsweise zwischen mindestens einer und maximal 300 Sekunden eingestellt. Die expandierende Füllmasse FM'', FM' durchdringt vorhandene Zwischenräume im Innenraum der Aderhülle AH in Querschnittsebene der Bündelader und bildet im Endzustand ein trockenes, kompressibles Füllelement FE, das durch die vollständig expandierte Füllmasse FM gebildet wird.

20

Das Aufbringen der Füllmasse, das die späteren Füllelemente bildet, auf die einlaufenden Lichtwellenleiter vor dem Extruder hat den weiteren Vorteil, daß die genaue Dosierung erheblich vereinfacht wird. Geeignete Dosierventile und Dosiernadeln, auch größerer Bauart, lassen sich vor dem Extruder in die unmittelbare Nähe der Lichtwellenleiter bringen. Nach dem Extruder ist dies nur innerhalb eines Hohlröhrchens möglich und technisch wegen der geringen Abmessungen nur schwierig zu realisieren.

30

Mit der Erfindung ist es somit ermöglicht, ein optisches Übertragungselement mit einem abschnittsweise gefüllten Kammerröhrchen herzustellen, ohne daß bei der Herstellung der Querschnitt des Kammerelements durch das abschnittsweise Füllen verändert wird. Demnach kann auf eine bisher vorzusehende Außenkalibrierung verzichtet werden und dennoch das material-

35



sparende abschnittsweise Füllen des Kammerelements angewendet werden. Neben dem abschnittsweisen Füllen des Kammerelements bringt das Expandieren der Füllmasse eine weitere Materialersparnis.

5

Die expandierte Füllmasse liefert nur einen geringen Gewichtsbeitrag zum fertigen Übertragungselement. Sie läßt sich leicht und vollständig ohne Verwendung zusätzlicher Werkzeuge von den Lichtwellenleitern abstreifen und erleichtert so die  
10 Verlegung und Konfektionierung eines Kabels. Die expandierte Füllmasse ist so beschaffen, daß sie die Hohlräume innerhalb des Faserbündels und zwischen Faser und Kammerwand in Querschnittsebene der Bündelader wasserdicht verschließt, die Fasern sich aber leicht durch sie hindurch ziehen lassen. Der  
15 Füllmassestopfen in Form des jeweiligen Füllelements bleibt nach dem Herausziehen der Fasern erhalten. Die Fasern sind sauber und ohne Rückstände und sind für die weitere Montage (Spleißen, Ablegen in Kassetten) ohne zusätzliche Reinigungsschritte sofort verwendbar.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements (OA) mit mehreren Lichtwellenleitern (LW) und mit einem  
5 die Lichtwellenleiter umgebenden Kammerelement (AH), das einen Innenraum einschließt,
  - bei dem eine Füllmasse (FM'') diskontinuierlich auf die Lichtwellenleiter (LW) in flüssigem Zustand aufgebracht wird,
  - die Lichtwellenleiter (LW) anschließend einem Extruder (EX)  
10 zugeführt werden, wobei dieser ein Kammerelement (AH) um die Lichtwellenleiter herum formt,
  - bei dem die Füllmasse (FM'', FM', FM) innerhalb des gebildeten Kammerelements (AH) expandiert, vorhandene Zwischenräume im Innenraum in Querschnittsebene des Übertragungselements  
15 durchdringt und im Endzustand mehrere trockene, kompressible Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) bildet, die jeweils die Lichtwellenleiter umgeben.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Füllmasse (FM) Polyurethane oder Silikone verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß während des Expandierprozesses das Kammerelement (AH', AH) in seinem Querschnitt nicht durch die expandierende Füllmasse (FM'', FM', FM) verändert wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Füllmasse (FM'') innerhalb des gebildeten Kammerelements (AH) erst nach Verlassen des Extruders (EX) zu expandieren beginnt, vorzugsweise erst wenn das Kammerelement in einem  
35 starren Zustand ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

die Verzögerungszeit zwischen Auftragen und dem Beginn der

Expansion der Füllmasse (FM'') abhängig von einer Abzugsge-

5 schwindigkeit des Kammerelements (AH) eingestellt wird, vor-  
zugsweise mindestens eine, maximal 300 Sekunden beträgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

10 die Expansion der Füllmasse (FM'', FM') durch Wärmezufuhr  
eingeleitet und/oder unterstützt wird.

7. Optisches Übertragungselement (OA)

- mit mehreren Lichtwellenleitern (LW) und mit einem die

15 Lichtwellenleiter umgebenden Kammerelement (AH), das einen  
Innenraum einschließt,

- mit mehreren trockenen und kompressiblen Füllelementen (FE,  
FE1 bis FE3), die im Innenraum angeordnet sind und durch im  
Innenraum expandiertes Material (FM) gebildet sind, wobei

20 durch die Füllelemente eine definierte Anpreßkraft gegen das  
Kammerelement (AH) und gegen die Lichtwellenleiter (LW) zur  
Fixierung derselben in Längsrichtung des Übertragungselements  
ausgeübt wird und Lageänderungen der Lichtwellenleiter ermög-  
licht sind,

25 - bei dem die Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) jeweils die  
Lichtwellenleiter (LW) umgeben, vorhandene Zwischenräume zwi-  
schen den Lichtwellenleitern in Querschnittsebene des Über-  
tragungselements (OA) vollständig ausfüllen und durchdringen,  
sowie die Lichtwellenleiter (LW) und das Kammerelement (AH)  
30 im wesentlichen rundum kontaktieren.

8. Optisches Übertragungselement nach Anspruch 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

das Material der Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) durch Polyu-  
35 rethane oder durch Silikone gebildet ist.

9. Optisches Übertragungselement nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) durch ausgehend von einem  
flüssigen Zustand expandiertes Material (FM) gebildet sind.

5

10. Optisches Übertragungselement nach einem der Ansprüche 7  
bis 9,

dadurch gekennzeichnet, daß  
mehrere getrennte Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) in Längs-  
richtung des optischen Übertragungselements (OA) angeordnet  
sind mit dazwischen liegenden, nicht durch Füllelemente be-  
legten Zwischenräumen (ZW).

10

11. Optisches Übertragungselement nach einem der Ansprüche 7  
bis 10,

15

dadurch gekennzeichnet, daß  
die Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) zur Abdichtung ein bei  
Wassereintritt quellfähiges Mittel enthalten.

12. Optisches Übertragungselement nach einem der Ansprüche 7  
bis 11,

20

dadurch gekennzeichnet, daß  
die Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) derart beschaffen sind,  
daß sie sich leicht und vollständig ohne Verwendung zusätzli-  
cher Werkzeuge von den Lichtwellenleitern abstreifen lassen.

25

## Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements mit mehreren trockenen und kompressiblen Füllelementen  
5 sowie optisches Übertragungselement

In einem Verfahren zur Herstellung eines optischen Übertragungselements (OA) mit mehreren Lichtwellenleitern (LW) und mit einem die Lichtwellenleiter umgebenden Kammerelement (AH)  
10 wird eine Füllmasse (FM'') diskontinuierlich auf die Lichtwellenleiter (LW) in flüssigem Zustand aufgebracht. Die Lichtwellenleiter (LW) werden anschließend einem Extruder (EX) zugeführt, wobei dieser ein Kammerelement (AH) um die Lichtwellenleiter herum formt. Die Füllmasse (FM'', FM', FM)  
15 expandiert erst innerhalb des gebildeten Kammerelements (AH), so daß vorhandene Zwischenräume in Querschnittsebene des Übertragungselements durchdrungen und im Endzustand mehrere trockene, kompressible Füllelemente (FE, FE1 bis FE3) gebildet werden, die jeweils die Lichtwellenleiter umgeben. Mit  
20 dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Querschnitt des extrudierten Kammerelements während des Herstellungsprozesses nicht beeinträchtigt.

Figur 3

FIG 1

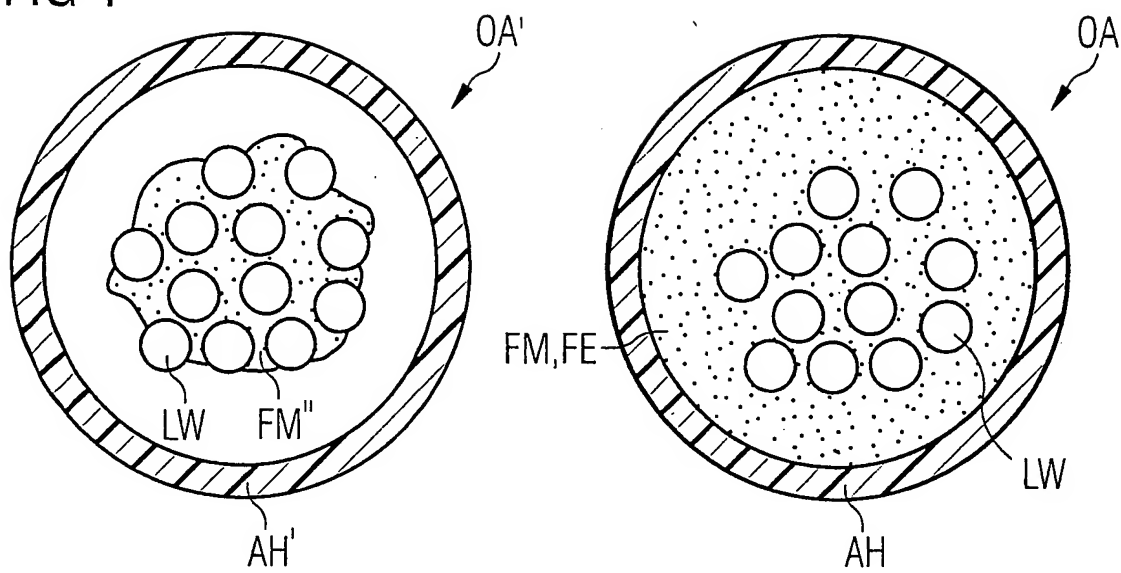


FIG 2

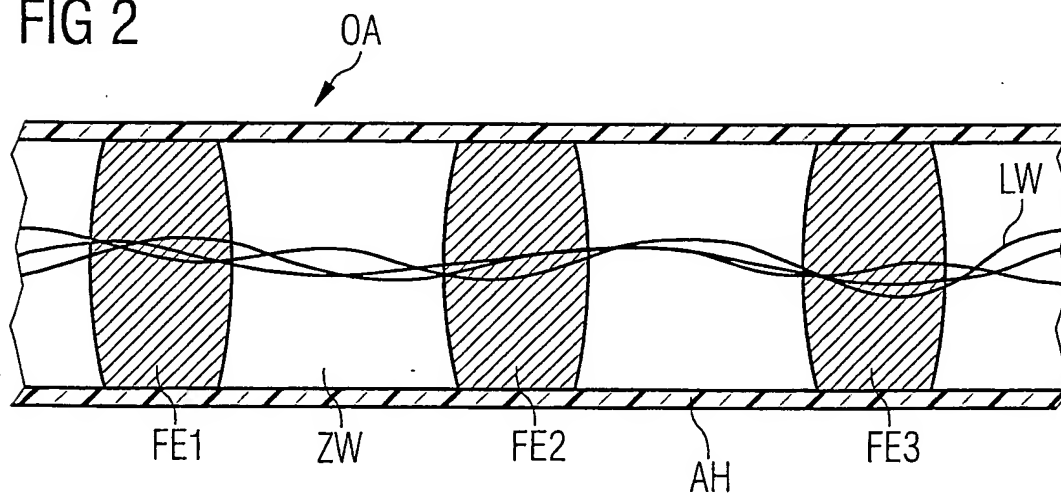


FIG 3

